

## **Karakterisasi Sejumlah Bulu Unggas Sebagai Bahan Sensor Kelembaban Udara**

**Bambang Murdaka Eka Jati\*) dan Adi Prasetyo**

*Laboratorium Fisika Dasar, Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta  
\*)e-mail: b\_murdaka@ugm.ac.id*

### **INTISARI**

Telah dilakukan karakterisasi resistivitas dan daya penguapan air pada sejumlah jenis bulu unggas. Bulu unggas yang dipilih adalah: ayam, angsa, burung perkutut, dan burung merpati. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh keperluan bahan sensor kelembaban udara yang murah dan mudah didapat. Tujuan dari penelitian ini untuk mencari bahan yang paling cepat menguapkan air pada suhu kamar. Metodologi yang dilakukan dengan melakukan pengukuran resistansi (tahanan), dan kelajuan pemerosotan massa bulu unggas dari keadaan basah. Akhirnya diperoleh kesimpulan bahwa bulu unggas yang paling cepat menguapkan air adalah bulu perkutut.

**Kata-kata kunci:** bulu unggas, penguapan air, resistivitas

### ***Characterisation of Some Fowls Feather for the Humidity Material Sensor***

### **ABSTRACT**

*Characterisation of resistivity water evaporation of fowl's feather have been done. Feathers kind are: chicken, goose, duck, small turtledove, and also pigson. The background of this reseach is to find the cheapest and easier to find humidity material sensor. The aim of this reseach is to find those material which is the fastest to water evaporate at room temperature. The method of this research is measuring the resistivity and the speed of the feather's mass going down from the wet condition. Finally, the research has been concluded that the fastest mass down is turtledove feather.*

**Keywords:** fowl feather, water evaporation, resistivity

## **1. PENDAHULUAN**

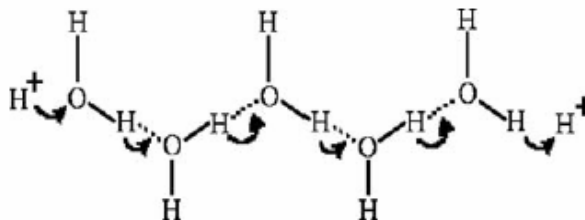
Perkembangan ilmu pengetahuan menyebabkan berkembang pula metode pengukuran besaran fisika. Pengukuran itu, selain untuk menghasilkan hasil ukur yang teliti dan praktis, juga digunakan untuk memperoleh hasil ukur yang terdokumentasi. Hasil ukur bisa terdokumentasi selalu memerlukan transduser. Melalui keberadaan transduser, menyebabkan hasil ukur besaran fisika bisa dimanfaatkan untuk: dilihat saja, dicetak, atau direkam (didokumentasi).

Setiap transduser selalu melibatkan sebuah sensor. Sensor itu berperan sebagai pengubah besaran fisis masukan sehingga bisa diproses oleh transduser dan menghasilkan besaran tegangan listrik. Alat ukur besaran fisis tertentu, yang menggunakan transduser, selalu melibatkan besaran fisis yang tertentu pula (Smith, 1999). Salahsatu besaran fisis yang populer dalam kehidupan khalayak adalah kelembaban udara.

Terkait latar belakang di atas, perlu dicari bahan alami yang paling menguntungkan bila dipilih sebagai bahan sensor kelembaban udara. Pada topik riset ini, bahan alami itu dibatasi hanya bulu unggas. Bahan itu dipilih karena tidak getas (Bonser dan Purslow, 1994) sehingga awet bila dipilih sebagai bahan sensor kelembaban udara. Adapun faedah dari penelitian ini, dapat diperoleh bahan sensor kelembaban udara dari buru, yang sifatnya murah dan mudah didapat serta telah diketahui karakterisasinya.

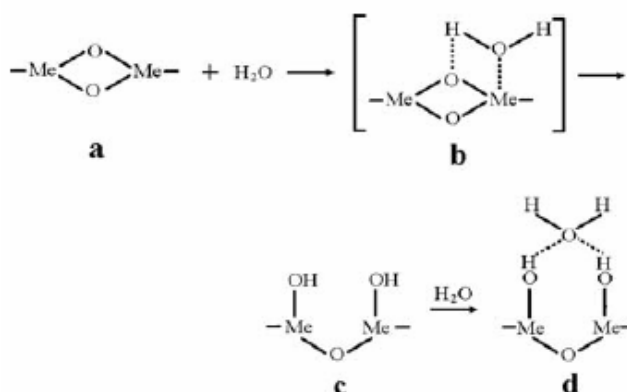
## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Proses penyerapan air pada bahan melalui mekanisme Grotus (Cotton dan Wilkinson, 1989). Pada mekanisme itu, air diserap pada permukaan bahan yang dipakai sebagai sensor kelembaban udara. Jika kelembaban udara di sekitar bahan itu meningkat maka kemampuan serap bahan terhadap air merosot, namun tetapan dielektrik bahan bertambah. Air ( $H_2O$ ) kaya akan proton. Proton itu diserap bahan sehingga bahan itu berperan sebagai pengikat air (Gambar 1).



Gambar 1 Mekanisme Grotus

Pada setiap mekanisme itu melibatkan 4 tahap, yaitu adanya sebuah molekul yang diikat bahan melalui reaksi kimia biasa (Gambar 2a), terbentuknya serapan air oleh bahan (Gambar 2b), terbentuknya permukaan hidroksil pada bahan (Gambar 2c), dan terbentuknya 2 kelompok hidroksil yang bersebelahan (Gambar 2d). Adapun bahan yang peka terjadinya mekanisme Grotus itu adalah bahan yang mengandung  $TiO_2$  dan  $\alpha-Fe_2O_3$  (Coulson dan Richardson, 1956). Dari pernyataan Cotton, Wilkinson, Coulson, dan Richardson telah memberi gambaran secara kimia tentang jenis bahan yang boleh jadi layak dipilih sebagai sensor kelembaban udara. Namun, dari kedua penelitian itu belum memformulasikan jenis bahan yang mudah menyerap dan sekaligus menguapkan air.



Gambar 2 Bagan serapan air pada bahan

Mengacu hasil penelitian di atas, berarti penelitian yang dilakukan penulis ini bersifat kelanjutan dan penerapan dari penelitian di atas. Namun, sampai saat ini, penulis belum pernah menjumpai penelitian karakterisasi beragam jenis bulu unggas guna dimanfaatkan sebagai sensor kelembaban udara. Selanjutnya, diyakini penulis bahwa topik riset ini masih bersifat baru, setidaknya pada tingkat nasional.

## 3. LANDASAN TEORI

Kelembaban udara adalah prosentase uap air di udara. Nilai kelembaban udara dinyatakan dalam persen, biasa disebut kelembaban nisbi, dan di lingkungan berada pada kisaran antara 20 hingga 80% (Shugar dan Gerston, 1981). Nilai kelembaban udara bermakna penting bagi kenyamanan hidup. Jika nilai kelembaban udara terlalu besar maka penguapan air dari tubuh sukar terjadi, sehingga kulit mudah berpeluh dan merasa kegerahan. Jika nilai kelembaban udara terlalu kecil maka penguapan mudah terjadi, namun menyebabkan kulit dan bibir pecah.

Jika tekanan parsial uap air di udara  $P_{H_2O}$ , dan tekanan uap air jenuhnya  $P_{jH_2O}$ , maka angka atau nilai kelembaban nisbi ( $RH$ ) dinyatakan:

$$RH = \frac{P_{H_2O}}{P_{jH_2O}} \times 100\% \quad (1)$$

Bahan yang berada di dalam ruang berkelembaban udara  $RH$  cenderung menyesuaikan dengan  $RH$ . Jika bahan terlalu basah, maka air pun diuapkan. Jika bahan terlalu kering maka uap air di udara pun di serapnya (Strauss, Howard, dan Kaufman, 1984). Hanya saja, pada jenis bahan berbeda mempunyai kemampuan menguapkan dan menyerap uap air pada kelajuan berbeda pula. Jenis bahan disebut menguntungkan dipilih sebagai bahan sensor kelembaban udara bila bahan itu mampu menyerap dan menguapkan uap air lebih cepat.

Bahan yang mampu menguapkan dan menyerap uap air secara cepat itu belum tentu dapat dipakai sebagai sensor kelembaban udara bila nilai tahanannya tidak peka terhadap kebasahan bahan itu. Jika bahan sensor kering berupa isolator, maka tahanan jenis ( $\rho$ ) atau konduktivitas ( $\sigma$ ) bahan itu berubah bila kebasahan bahan berubah. Dikenal hubungan antara tahanan bahan ( $R$ ) dengan luas penampang bahan ( $A$ ) dan panjang bahan ( $l$ ) dan  $\rho$  atau  $\sigma$  sebagai:

$$R = \frac{\rho l}{A} \quad (2a)$$

atau

$$R = \frac{l}{\sigma A} \quad (2b)$$

Jika bahan bertahanan  $R$  dihubungkan baterai bertegangan  $V$  sehingga meng-alirkan arus listrik  $i$ , sesuai hukum Ohm, dipenuhi:

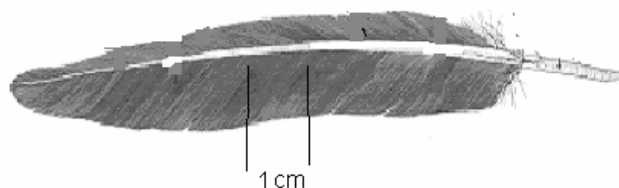
$$V = iR \quad (3)$$

Hukum Ohm berlaku bila  $R$  merupakan tetapan.  $R$  berupa tetapan bila suhu bahan tidak berubah. Artinya, bila bahan itu digunakan sebagai sensor berkeluaran tegangan, perlu dipilih pemakaian yang tidak terlalu lama atau arus yang dialirkan kecil, dan jarak ( $l$ ) antara kedua ujung tahanan tetap (Eren, 2003).

#### 4. CARA PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil bulu unggas masing-masing 2 helai dari setiap sayapnya. Adapun jenis unggas yang dipilih adalah: ayam, mentok, angsa, burung perkutut dan burung merpati. Adapun burung yang diambil bulunya dipilih secara acak. Setiap jenis unggas diperoleh 4 helai bulu. Keempat bulu itu diukur massanya ketika kering dan ketika basah. Bulu unggas disebut kering setelah bulu itu dijemur di bawah terik matahari selama 1 jam, dan bulu itu disebut basah setelah direndam di air juga selama 1 jam. Kemudian, setiap bulu itu digantungkan pada seutas benang di dalam ruangan. Bulu itu ditimbang setiap penggantungan selama 5 menit dan diukur pula nilai tahanannya.

Dipilih jarak antarujung ohmeter (pada bulu unggas) 1 cm, dan dibuat tetap (Gambar 3). Berikutnya diukur nilai tahanan bulu setiap 5 menit bersamaan dengan ting-kaat kebasahan bulu unggas. Berikutnya diperoleh data pada setiap bulu unggas yang memuat nilai massa bulu setiap 5 menit dan bersesuaian dengan nilai tahanannya. Pengambilan data dilakukan selama 1 jam, sehingga setiap bulu memberikan 11 hingga 12 titik data. Dari data itu dapat diperoleh kelajuan pemerosotan massa bulu dan juga nilai tahanannya.

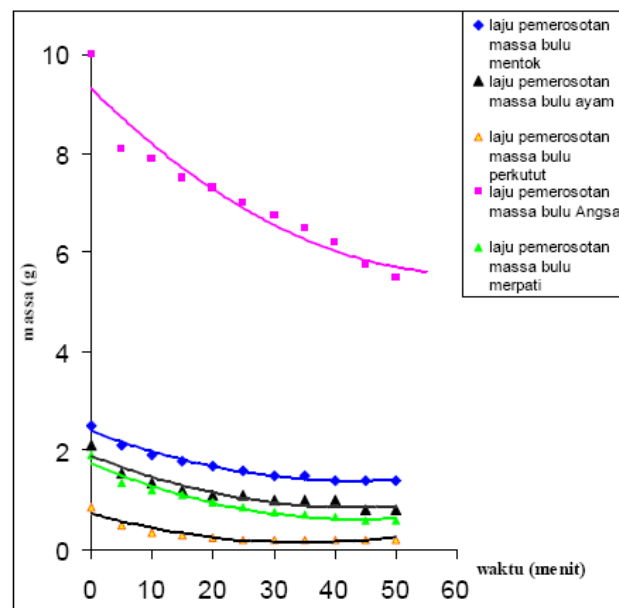


Gambar 3 Pengukuran tahanan setiap bulu unggas dari 2 titik berjarak 1 cm.

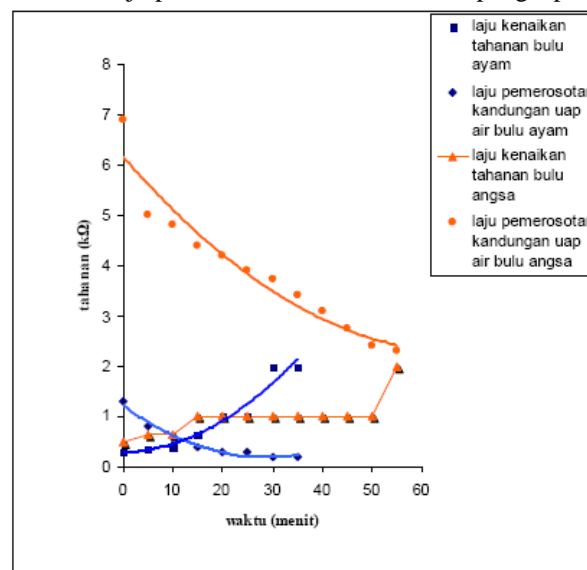
## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada topik ini, penulis memilih bahan sensor kelembaban udara berupa bulu unggas. Bulu unggas dipilih sebab dalam keadaan kering termasuk isolator, yang fisiknya lentur dan tidak mudah patah. Selain itu, dari pengamatan penulis, unggas yang terkena air sifatnya mudah basah tetapi juga cepat kering. Artinya, bahan bulu mudah menyerap dan menguapkan air sehingga diyakini layak untuk bahan sensor kelembaban udara.

Setelah dilakukan cara penelitian maka diperoleh data hasil ukur dari setiap jenis bulu ayam yang dinyatakan pada Gambar 4 dan 5, serta diuraikan pada Tabel 1, 2, 3, 4, dan 5 (di Lampiran). Dari kedua grafik dan kelima tabel itu, bulu angsa memperlihatkan laju pemerosotan massa yang paling besar. Namun, bulu angsa tidak baik dipilih sebagai sensor kelembaban udara sebab nilai tahanannya tidak bertambah oleh semakin keringnya bulu angsa. Sebaliknya, bulu perkutut tidak peka laju pemerosotan massanya namun kenaikan nilai tahanannya peka terhadap tingkat kekeringan bulu. Artinya, bulu perkutut paling layak dipilih sebagai bahan sensor kelembaban udara dibanding bulu unggas lainnya.



Gambar 4 Laju pemerosotan massa bulu oleh penguapan air.



Gambar 5 Laju perubahan tahanan ohm pada bulu unggas.

## **6. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **6.1 Kesimpulan**

Telah berhasil dikarakterisasi sejumlah jenis bulu unggas guna memperoleh informasi kelayakan bulu unggas untuk dipilih sebagai sensor kelembaban udara. Karakterisasi bulu unggas dimaksud berupa kemampuan menguapkan air dan variasi nilai tahanan bulu sebagai fungsi kebasahan bulu. Diperoleh kesimpulan bahwa bulu perkutut paling layak dipilih sebagai bahan sensor kelembaban udara dibanding jenis bulu lainnya.

### **6.2 Saran**

Disarankan penelitian ini dilanjutkan pada sejumlah jenis bulu unggas lainnya, diukur laju penyerapan uap air dari lingkungannya, dan diukur nilai tahanan pada setiap kebasahan bulu. Selain itu perlu juga diukur nilai tahanan pada beragam nilai arus listrik yang digunakan dan menggunakan eksperimen hukum Ohm.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Pada kesempatan ini penulis ucapkan terimakasih kepada Bapak Pengurus Jurusan Fisika, FMIPA UGM yang telah membiayai penulisan naskah ini melalui Workshop Penulisan Paper pada 27 – 29 Maret 2009 di Tawang Mangu Surakarta. Selain itu, juga penulis ucapkan kepada Sdr. Junadi dan Sdr. Sriyanto atas bantuan set-up alat dan bantuan sarana eksperimen.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Bonser, R.H.C., Purslow, P.P., 1994, *The Young's Modulus of Feather Keratin*, J. Exp. Bio, **Vol. 198**, p. 1029 – 1033

Cotton, Wilkinson, 1989, *Basic in Organic Chemistry*, John Wiley and Sons, New York

Coulson, J.M., Richardson, J.R., 1956, *Chemical Engineering*, **Vol. 2**, p. 832 – 833, Pergamon Press, London

Eren, H., 2003, **Sensors**, Curtin University of Technology, Australia

Smith, R.L., 1999, **Sensors**, University of California, Davis

Shugar, Gerston, 1981, *Chemical Technicians Ready Reference Handbook*, **2<sup>nd</sup> edition**, Mc Graw-Hill Book Company

Strauss, Howard, J., Kaufman, D., 1984, *Hand Book for Chemical Technicians*, Mc Graw-Hill Book Company

## LAMPIRAN

**Tabel 1** Laju Pemerosotan Massa Bulu Mentok

No	Waktu (menit)	Massa bulu ( $\pm 0,05$ ) gram	Resistivitas (kohm)	Massa Uap Air ( $\pm 0,05$ ) gram
1	0	2,50	250	1,40
2	5	2,10	---	1,00
3	10	1,90	---	0,80
4	15	1,80	---	0,70
5	20	1,70	---	0,60
6	25	1,60	---	0,50
7	30	1,50	---	0,40
8	35	1,50	---	0,40
9	40	1,40	---	0,30
10	45	1,40	---	0,30
11	50	1,40	---	0,30

**Catatan:**

Jumlah bulu : 4 helai      Suhu : 29°C  
 Massa kering : 1,1 gram      *RH* : 80%

**Tabel 2** Laju Pemerosotan Massa Bulu Ayam

No	Waktu (menit)	Massa bulu ( $\pm 0,05$ ) gram	Resistivitas (kohm)	Massa Uap Air ( $\pm 0,05$ ) gram
1	0	2,10	300	1,30
2	5	1,55	350	0,75
3	10	1,35	400	0,55
4	15	1,20	750	0,40
5	20	1,10	1.000	0,30
6	25	1,10	1.000	0,30
7	30	1,00	2.000	0,20
8	35	1,00	2.000	0,20
9	40	1,00	---	0,20
10	45	0,80	---	0,00
11	50	0,80	---	0,00

**Catatan:**

Jumlah bulu : 4 helai      Suhu : 29°C  
 Massa kering : 0,8 gram      *RH* : 80%

**Tabel 3** Laju Pemerosotan Massa Bulu Perkutut

No	Waktu (menit)	Massa bulu ( $\pm 0,05$ ) gram	Resistivitas (kohm)	Massa Uap Air ( $\pm 0,05$ ) gram
1	0	0,85	1.000	0,65
2	5	0,50	1.000	0,30
3	10	0,35	---	0,15
4	15	0,30	---	0,10
5	20	0,25	---	0,05
6	25	0,20	---	0,00
7	30	0,20	---	0,00
8	35	0,20	---	0,00
9	40	0,20	---	0,00
10	45	0,20	---	0,00
11	50	0,20	---	0,00

**Catatan:**

Jumlah bulu : 4 helai      Suhu : 29°C  
 Massa kering : 0,2 gram      *RH* : 80%

**Tabel 4** Laju Pemerosotan Massa Bulu Angsa

No	Waktu (menit)	Massa bulu ( $\pm 0,05$ ) gram	Resistivitas (kohm)	Massa Uap Air ( $\pm 0,05$ ) gram
1	0	10,00	500	6,9
2	5	8,10	650	5,0
3	10	7,90	650	4,8
4	15	7,50	1.000	4,4
5	20	7,30	1.000	4,2
6	25	7,00	1.000	3,9
7	30	6,75	1.000	3,8
8	35	6,50	1.000	3,4
9	40	6,20	1.000	3,1
10	45	6,75	1.000	2,7
11	50	5,50	1.000	2,4
12	55	5,40	1.000	2,3

**Catatan:**

Jumlah bulu : 4 helai      Suhu : 29°C  
 Massa kering : 3,1 gram      *RH* : 80%

**Tabel 5** Laju Pemerosotan Massa Bulu Merpati

No	Waktu (menit)	Massa bulu ( $\pm 0,05$ ) gram	Resistivitas (kohm)	Massa Uap Air ( $\pm 0,05$ ) gram
1	0	1,90	---	1,30
2	5	1,35	---	0,75
3	10	1,20	---	0,60
4	15	1,10	---	0,50
5	20	0,95	---	0,35
6	25	0,85	---	0,25
7	30	0,75	---	0,15
8	35	0,70	---	0,10
9	40	0,65	---	0,05
10	45	0,60	---	0,00
11	50	0,60	---	0,00

**Catatan:**

Jumlah bulu : 4 helai

Suhu : 29°C

Massa kering : 0,6 gram

*RH* : 80%